



## PRESENTACIÓN

### Breve descripción:

Este curso cubre las técnicas de procesamiento de imágenes digitales utilizadas para el análisis de imágenes biomédicas (resonancia magnética (MRI), la tomografía computarizada (CT), ultrasonido, microscopía, etc.). Los temas incluyen restauración de la imagen (para la mejorar la visibilidad de estructuras importantes así como también preprocesamiento para su posterior procesamiento automatizado), segmentación, registro, reconocimiento de patrones, análisis de movimiento y visualización. Las bases de algoritmos específicos (como por ejemplo la reconstrucción de imágenes tomográficas) también se presentará junto con sus posibles aplicaciones.

Una vez que los fundamentos se han presentado, se realizarán tareas prácticas de procesamiento de imágenes (algunos ejemplos podrían ser imágenes de MRI funcional, análisis de la función cardiovascular, detección del cáncer de pulmón, cirugía guiada por ordenador, patología, etc.).

El curso tendrá una fuerte componente práctica basada en proyectos que requieren que los estudiantes programen y/o utilicen herramientas de procesamiento de imágenes.

- **Titulación:** Máster en Ingeniería Biomédica / Máster en Análisis de Datos en Ingeniería
- **Módulo/Materia:** MIB: Especialidad en Análisis de Datos / Análisis de Datos Biomédicos y Moleculares (Especialidad Tecnologías, Sistemas y Dispositivos Biomédicos: Módulo Optativo/Materia Optatividad)/ MADI: Gestión de Proyectos y Aplicaciones de Negocios/ Gestión de Proyectos y Aplicaciones de Negocios
- **ECTS:** 5
- **Curso, semestre:** Segundo
- **Carácter:** Optativa
- **Profesorado:**
- **Ortiz de Solórzano Aurusa, Carlos** - Email: [codesolorzano@tecnun.es](mailto:codesolorzano@tecnun.es) Catedrático
- **Idioma:** Español
- **Aula, Horario:**

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluye reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios



- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- COP6 – Conocer y aplicar la legislación pertinente en los casos de manejo y tratamiento de datos en el ámbito biomédico

## PROGRAMA

1. Muestreo e Interpolación de imágenes / Image sampling and interpolation
  1. Concepto de Muestreo. Repaso de Fourier / Sampling. Review of Fourier theory
  2. Teorema de Shannon / Shannon theorem
  3. Reformulación del teorema de Shannon para funciones no ideales / Reformulation of Shannon theorem for non-ideal functions
  4. Extensión del teorema de Shannon: Muestreo mediante B-splines / Extension of Shannon theorem: Sampling using B-splines
  5. Interpolación / Interpolation
2. Reconstrucción tomográfica / Tomographic reconstruction
  1. Introducción y concepto / Introduction and concept of tomographic reconstruction
  2. Transformada Radón / Radon transform
  3. Backprojection / Backprojection
  4. Implementación de la Backprojection / Implementation of Backprojection
  5. Reconstrucción iterativa / Iterative reconstruction
3. Mejora y Recuperación de imágenes / Image Enhancement and Restoration
4. Mejora de Imágenes / Image Enhancement
  1. Introducción / Introduction
  2. Operadores puntuales / Point operators
  3. Operadores espaciales / Spatial operators
  4. Transformadas / Transforms
5. Recuperación de imágenes / Image Restoration
  1. Introducción / Introduction
  2. Filtrado inverso / Inverse filtering
  3. Filtrado de Wiener / Wiener filtering
1. Reconstrucción por Mínimos Cuadráticos / Constrained Least Squares restoration
6. Registro de imágenes / Image Registration
  1. Definición / Definition
  2. Geometrías / Geometries
  3. Tipos de transformaciones / Transformation types
  4. Medidas de error y similitud / Similitud measures
  5. Optimización / Optimization
7. Segmentación por Atlas / Atlas-based Segmentation
  1. Fundamentos / Fundamental
  2. Estrategias de selección de imágenes / Strategies for image selection
  3. Estrategias para la combinación de imágenes en atlas multi-imagen / Image combination strategies in multi-image atlas-based segmentation
8. Segmentación de imágenes / Image Segmentation
  1. Definición / Definition
  2. Segmentación manual / Manual segmentation
  3. Segmentación basada en umbrales / Threshold-based segmentation
  4. Segmentación basada en regiones / Region growing-based segmentation
  5. Segmentación por inundación / Watersheds
  6. Segmentación basada en bordes / Edge detection-based segmentation



# Universidad de Navarra

7. Segmentación con modelos de contornos activos (snakes) / Segmentation based on active contours (snakes)
  8. Segmentación con modelos estadísticos de forma y apariencia / Active shape and appearance statistical models for segmentation
  9. Segmentación multispectral / Multispectral segmentation
  10. Segmentación con redes neuronales / Segmentation using Neural Networks
  11. Métodos de validación en imagen médica / Evaluation of segmentation results in Medical Imaging
9. Diagnóstico asistido por ordenador (CAD) / Computer Assisted Design (CAD)
1. Introducción al CAD / Introduction to CAD
  2. Esquema general de los sistemas CAD / General classification of CAD systems
  3. Machine Learning / Machine Learning
  4. Redes Neuronales / Neural Networks
  5. Deep Learning: Redes Neuronales Convolucionales / Deep Learning: Convolutional Neural Networks
  6. Aplicaciones CAD / CAD examples

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

- Clases teóricas sobre los conceptos básicos sobre procesado de imagen, enmarcándolos en el ámbito de la imagen médica.
- Clases prácticas de laboratorio en las que se aplicarán los conceptos estudiados en las clases teóricas. Los alumnos deberán programar y utilizar rutinas de procesado de imagen, y comparar distintas opciones y parámetros.
- Visita e inmersión en un entorno de Radiología clínica para conocer el software y los procedimientos de trabajo de los radiólogos.
- Se utilizará el siguiente software:
  - MEVIS LAB (<https://www.mevislab.de>)
  - Matlab + DiplImage
  - SIEMENS Syngo.via (<https://www.healthcare.siemens.com/medical-imaging-it/advanced-visualization-solutions/syngovia>)

## EVALUACIÓN

### CONVOCATORIA ORDINARIA

- 20%: Participación en clase (asistencia activa, resolución de dudas y cuestiones planteadas, etc...).

- 80%: Informe sobre los ejercicios prácticos realizados en los laboratorios

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- 20%: Participación en clase (asistencia activa, resolución de dudas y cuestiones planteadas, etc...).

- 30%: Informe sobre los ejercicios prácticos realizados en los laboratorios.

- 50%: Examen escrito sobre los contenidos de la asignatura

## HORARIOS DE ATENCIÓN



Universidad  
de Navarra

Dr. Carlos Ortiz de Solórzano ([codesolorzano@unav.es](mailto:codesolorzano@unav.es))

- A convenir
- Horario de tutoría: En cualquier momento, preferentemente antes o después de las clases, previa cita por correo electrónico.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

- Bankman, Isaac, ed. Handbook of medical image processing and analysis. academic press, 2008. [Localízalo en la biblioteca \(formato electrónico\)](#)
- Russ, John C. The image processing handbook. CRC press, 2010. [Localízalo en la biblioteca](#)
- Preim, Bernhard, and Dirk Bartz. Visualization in medicine: theory, algorithms, and applications. Morgan Kaufmann, 2007. [Localízalo en la biblioteca \(formato papel y electrónico\)](#)
- Jenkinson, Mark, et al. "Fsl." Neuroimage 62.2 (2012): 782-790. [Localízalo en la biblioteca \(formato electrónico\)](#)
- Wang, R., et al. "Diffusion toolkit: a software package for diffusion imaging data processing and tractography." *Proc Intl Soc Mag Reson Med*. Vol. 15. 2007.
- González R.C., Woods R.E., "Digital Image Processing" (4ª Edition). [Localízalo en la biblioteca](#)